

ケーブルを収容した管路内への通線工法の開発と現場適用

梶島 正樹

SUGISHIMA Masaki

(株)エステック

東 克彦

AZUMA Katsuhiko

芦森工業(株)



鬼頭 和希

KITOU Kazuki

東京電力パワーグリッド(株)



吉本 正浩

YOSHIMOTO Masahiro

東京電力パワーグリッド(株)

1. はじめに

東京電力パワーグリッド(株)では、2016年10月の新座洞道火災を受け275kV地中送電OFケーブル（以下OFケーブル）の防災対策を順次進めている¹⁾。また同OFケーブルは橋梁部に添架されるFRP管にも収容されているため、同様に防災対策を実施する必要がある。対策にあたっては下記の条件が必要となった。

- ・既設OFケーブルを停止せず防災対策を可能とすること
- ・対策完了後に当初設計の橋梁添架重量を超過しないこと
- ・迅速かつ低コストの工事とし、橋梁部への大規模な仮設足場設置等を不要とすること

この条件に対し従来の技術で実現可能な工法はなく、新規の技術開発を実施する必要があった。本稿ではこの新工法の開発ならびに現場適用について報告するものである。

2. 現状分析

対策橋梁を表-1に示す。既設OFケーブルを添架している橋梁は、5橋梁ともに添架条数9条で総延長約17kmの対策となる。一方防災対策の完了目標を2017年度とした。

表-1 策橋梁別仕様表

橋梁仮名	巨長 (m)	対策条数	管路内径 (mm)	クリアランス (mm) (図-1)
A	467.7	9	175	43
B	682.8	9	175	43
C	185.0	9	175	43
D	182.6	9	175	46
E	237.7	9	150	25

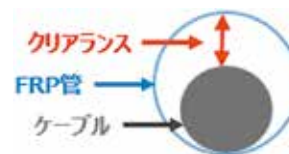


図-1 クリアランス

現状より本技術開発における検討課題は下記2点とした。また本工法の全体イメージを図-2のとおりとした。

- ・ケーブルを収容した管路クリアランス内へチューブを通線する新工法の開発
- ・管路内のチューブを活用した消火方法と消火剤の選定



図-2 橋梁防災全体イメージ

3. 工法検討

ケーブルを収容した管路クリアランス内へ通線する新工法の開発を実施する上で5工法の検討を実施した。検討した工法については表-2に示す。

表-2 検討工法一覧表

工法名	仕様	可否 ^{*1}
吹流し工法	コンプレッサ・バキューム	○
反転工法	空気・水	○
パラシュート工法	コンプレッサ	×
自走ロボット工法	振動ロボット	×
二重管押し込み工法	アルミ半割管押し込み	×

*1 10m 模擬管路通過状況の可否

事前検討の結果、吹流し工法および反転工法にて10m 模擬管路試験を通過することが確認された。通過を確認した2工法についての手順を以下と通りとした。

【吹流し工法手順】(図-3)

- ①管路クリアランス内に設置し、吹流し後方にメッセンジャーワイヤを装着する
- ②管口にコンプレッサを設置し空気とともに吹流しを管路内へ送り込む
- ③吹流しにより通線したメッセンジャーワイヤを用いて消火チューブを管路内に引込む

また吹流しの構造を3連にすることにより管路クリアランス内の通過性能を強化した。これは空気流速の早い部分(クリアランスの大きい箇所)の圧力が、空気流速が遅い部分(クリアランスの小さい箇所)の圧力に比べ低くなり、揚力を発生させることを利用したものである。



図-3 吹流し工法の概要

【反転工法手順】(図-4)

- ①反転ホースを連続反転機に取り付ける
- ②コンプレッサを設置し、空気を連続反転機内に送り込み加圧する
- ③連続反転機の送出しローラを駆動させ、管路クリ

アランス内に反転ホースを反転させながら推進していく

- ④反転ホース通線後にホース内に仕込んだロープを用いて消火チューブを引込む



図-4 反転工法の概要

4. 実規模実験

吹流し工法および反転工法について、更なる現場適用性の確認を目的に、下記規模の実証設備を写真-1、図-5の様に作成し、現場適用に向けた課題抽出を実施した。

- 管路仕様：塩化ビニル管 (φ 165mm)
- 使用ケーブル：OFA ZV1000mm² (外径122mm)
- 管路勾配：4%勾配
- 管路長：L = 200m



写真-1 実証設備

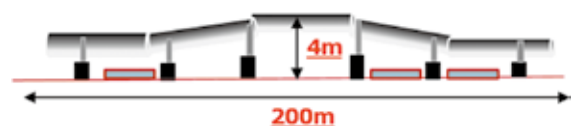


図-5 実証設備

200m 実規模実験にて、吹流し工法および反転工法の詳細検討を実施した。2工法の詳細検討については以下の通りとした。

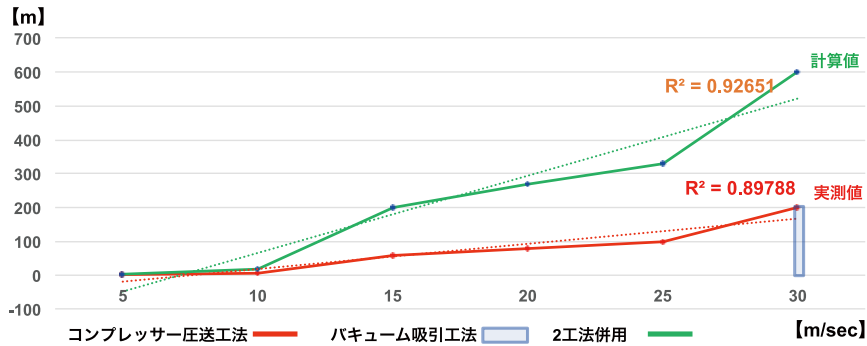


図-6 方式別到達距離

【吹き流し工法】

- ①起点圧送方式
- ②到達口吸引方式

- ①起点圧送方式は起点管口に設置したコンプレッサーから空気を管路内へ圧送し、吹き流しが前進する工法である。
- ②到達吸引方式は到達管口にバキューム車を設置し、管路内空気を吸引することで吹き流しを前進させる工法である。

実規模実験の結果を表-3に示す。

表-3 吹き流し工法の方式別評価

方式	到達距離	風速 ^{*1}	速度 ^{*2}
起点圧送方式	200m	30m/sec	20m/min
到達口吸引方式	200m	30m/sec	12m/min

- ※1 ①起点圧送方式における吹き流し到達管口風速
 ②到達吸引方式における吹き流し起点管口風速
 ※2 吹き流しの管路内平均通過速度

表-3の結果の通り、①②の両方式ともに風速30m/secにて模擬試験200mの到達を確認した。また吹き流し工法において更に到達距離を延長させるため、起点側に①のコンプレッサーを2台配置し、さらに②の到達側の吸引方式と併用することで、計算上は亘長600mの管路でも風速30m/secが確保できるため、表-1に示した対策橋梁に対して吹き流し工法が十分実用可能であると確認できた(図-6)。

【反転工法】

- ①水反転方式
- ②送り込み反転方式
- ③消火チューブ同時引き込み方式
(送り込み反転併用)

- ①反転媒体に水を使用して、反転ホース同士の摩擦抵抗を低減させる工法である。

- ②連続反転機に送出し装置を設置して、シール部の抵抗を軽減させる工法である。
- ③反転ホース端末部に直接消火チューブを取り付けて、反転と同時に消火チューブを引き込む工法である。

なお②③の反転媒体としては空気を使用することとし、全工法ともに反転ホース内に消火チューブが格納されることとする。

以下に実規模実験の結果を表-4に示す。

表-4 反転工法の方式別評価

方式	到達距離	最大反転圧力
水反転方式	200m	1.5MPa
送出し反転方式	200m	0.8MPa
消火チューブ同時引き込み方式	200m	0.5MPa



写真-2 反転状況写真

表-4の結果の通り、①②③方式ともに模擬試験200mの到達を確認した。その中でも③消火チューブ同時引き込み方式が最も低い反転圧力0.5MPaで200mの到達が確認された。また送り出し機能付連続反転機の最大耐圧力として1.0MPaであることから、計算上は400mの到達距離が達成可能である。

これは反転と同時に送り込み機により消火チューブを引き入れることで、消火チューブが反転ホース推進のサポートとなるためである。

また反転媒体に水を使用することにより、反転ホース同士の摩擦抵抗を低減させる効果があると推測したが、結果として水反転は空気反転に比べ反転ホースにかかる重量も増加し、摩擦抵抗を低減させる効果は無いことが確認された。

また到達距離別の反転圧力推移結果について表-5に示す。

表-5 消火チューブ同時引き込み方式の反転圧力の推移

距離	0m	40m	80m	120m	170m	200m
圧力	0.2MPa	0.3MPa	0.4MPa	0.5MPa	0.3MPa	0.2MPa

5. 消火剤の検討

吹流し工法および反転工法の開発により管路クリアランス内に消火チューブ²⁾の設置が可能となったため、消火チューブに充填する消火剤を検討した。

消火剤としてはNovec 1230³⁾とCO₂を候補とした。消火試験として過去のOFケーブル地絡実験文献⁴⁾によって確認されたFRP管の破損状況を再現(図-7)し、先の2剤に対し実施し、絞り込みを実施した。

結果として、Novec 1230による消火能力がCO₂よりも高いことが確認された。従って対策にはNovec 1230

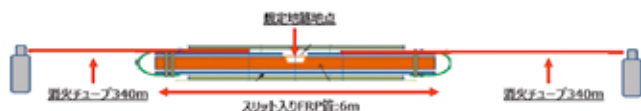


図-7 消火試験用破損模擬管路

を使用することとした。また消火チューブが反転ホースに格納されている場合についても消火能力があることが確認された。

6. 結論

OFケーブルを収容する橋梁添架管路への防災対策を検討し、下記の結論を得た。

- ・ケーブルを収容した管路クリアランス内へ通線する新工法として吹流し工法および反転工法を開発し現場適用する
- ・消火チューブ内の消火剤にはNovec 1230を使用する

なお消火チューブの引入れについても、200m実証模擬試験について検証済みである。

本技術開発により数百mにわたるケーブル収容管路内に通線する技術が開発されたため、橋梁部の防災対策はもとより、ケーブル収容管路内の温度測定のための光ファイバ通線技術や、同一管路内に規模の異なるケーブルを2本収容することなどが実現できる。

なお本技術開発にて確立した吹き流し工法および反転工法を対象橋梁A～Eにて現在対策工事中である。

最後に、当技術開発を協働で実施して頂いた(株)エステック、(株)芦森工業、(株)興洋、(株)常磐ボーリングの皆様および指導頂いた関係各位に深く感謝いたします。

(特集・技術記事お問合せ先は本誌85頁に掲載)

【参考文献】

- 1) 東京電力パワーグリッド(株)プレスリリース：新座洞道火災事故に伴う経済産業大臣からの指示を踏まえた点検や防火対策等に関する対応結果ならびに進捗状況の報告について 2016年12月16日
- 2) (株)ニチボウ HP イレイスタチューブ
http://www.nitibou.co.jp/seihin/erase_tube_device/
- 3) M安全データシート：MTM NovecTM 1230 消火薬剤【FK-5-1-12】2014年9月25日
- 4) 地絡防護対策共同企業体：CV・OFケーブルの地絡防護対策に関する研究 結果報告書 2008年12月17日